

Transferir tecnología vs. transferir conocimientos en la arquitectura y construcción con tierra

## APLICACIONES

## APPLICATIONS

# Transferir tecnología vs. Transferir conocimientos en la arquitectura y construcción con tierra

## Transfer technology vs. Transfer knowledge in architecture and construction with land

Lucía Esperanza Garzón\*

---

Citar este artículo como: Garzón, Lucía Esperanza. (2017). Transferir tecnología vs. transferir conocimientos en la arquitectura y construcción con tierra. *Revista Nodo*, 12(23), 62-72

---

### Resumen

Este artículo es una reflexión sobre cómo transferir tecnología, concepto que parte de la idea de “Investigación”, “Desarrollo” e “Innovación” (I+D+i), y que en este caso se enmarca en el contexto de la arquitectura con tierra y en las formas de intervenir el ambiente para contribuir a la configuración una sociedad del conocimiento e identificar la evolución y potencial de técnicas asociadas a dicho proceso. Desde esa perspectiva, se analiza el origen de dicho concepto a la hora de construir con materiales no industrializados y la forma de perpetuar saberes tradicionales relacionados con el desarrollo de dichos métodos de construcción. En este documento se presentan dos casos de experiencias colombianas y se evalúan los primeros resultados de estas técnicas transferidas.

En ese sentido, el propósito fundamental de este artículo es presentar un análisis de las experiencias de arquitectura y construcción con tierra que surgen de la sabiduría ancestral de los pueblos, como manifestación de su cultura y de ese “saber hacer” en donde subyace la expresión particular de un lugar y su respuesta a las necesidades del contexto socio ambiental. Con estas experiencias

se propone otra forma de abordar la transferencia en la construcción de un nuevo “modelo de desarrollo” que tiene unas implicaciones democráticas más horizontales en procura de aportar a la equidad y a la convivencia armónica con el entorno en pro del bienestar de todos los seres que habitamos el planeta.

**Palabras clave:** Construcción con tierra, transferencia tecnológica, quincha o bahareque, cubiertas con domocaña.

### Abstract

This article is a reflection on how to “transfer technology”, a concept that starts from the idea of “Research”. “Development” and “Innovation” (R + D + I), and which in this case is framed in the context of architecture with land and in the ways of intervening in the environment to contribute to the configuration of a knowledge society and identify the evolution and potential of techniques associated with said process. From that perspective, the origin of this concept is analyzed when building with non-industrialized materials and the way to perpetuate traditional knowledge related to the development of said construction methods.

---

Fecha de recepción: 26-06-2017 • Fecha de aceptación: 2-12-2017

---

\* Arquitecta independiente. Correo electrónico: [bioarquitecturatierramail.com](mailto:bioarquitecturatierramail.com)

In this document two cases of Colombian experiences are presented and the first results of these transferred techniques are evaluated.

In that sense, the fundamental purpose of this article is to present an analysis of the experiences of architecture and construction with land that arise from the ancestral wisdom of the peoples, as a manifestation of their culture and of that “know-how” where the expression underlies particular of a place and its response to the needs of the socio-environmental context. With these experiences, another way of approaching the transfer in the construction of a new “development model” is proposed, which has more horizontal democratic implications in order to contribute to equity and harmonious coexistence with the environment for the welfare of all beings that inhabit the planet.

**Keywords:** Construction with land, technology transfer, quinchá or bahareque, covered with domocaña.

## Introducción

El concepto de transferencia tecnológica surge del “modelo de desarrollo” que se estableció desde el siglo pasado, enmarcado en los procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i). La idea de “desarrollo” proviene de la economía y la “investigación e innovación”, del mundo de la ciencia, por ello se puede leer desde diferentes perspectivas.

Transferir tecnología es transferir conocimientos que implican una mirada política y social. Involucra diversos actores como son: instituciones gubernamentales, universidades, científicos e investigadores que hacen de este proceso un espacio de interrelaciones cuya finalidad es traspasar habilidades y procesos de un sector del conocimiento a un determinado grupo social.

El proceso de lo vernáculo, en este caso de la arquitectura que se hace con la tierra como recurso, también fue afectado por los conceptos de “desarrollo” y “subdesarrollo”; de ahí que en

determinadas esferas tenga la connotación de pobreza y para salir de allí es necesario aspirar a superarlo. Y ello se entiende si se tiene en cuenta que los tópicos de la construcción y de los saberes ancestrales asociados a la arquitectura con tierra, fueron considerados como atrasados y obsoletos e incluso se llegaron a relacionar con el concepto de “desarrollo urbano” que excluyó cualquier otra posibilidad distinta a los procesos industriales constructivos. Estos factores contribuyeron para que los conocimientos acumulados por siglos sobre las técnicas de construcción con materiales naturales no industrializados, fueran considerados un síntoma de atraso y por ello mismo subvalorados a todo nivel.

Cuando se habla de desarrollo en términos genéricos se asume como un proceso de evolución y de crecimiento; algo que va de lo simple a lo complejo. Sin embargo, considerar el crecimiento como un camino para la maduración de una sociedad con un espíritu de equidad haría posible otro crecimiento social y otro orden planetario. En la realidad este concepto se enmarca en el sistema de economía neoliberal cuyo centro es el progreso económico que excluye lo cultural, lo social y olvida el bienestar de la sociedad y la calidad de vida de la gente. Por ello en la actualidad se evidencia en el mundo una concentración de la riqueza en una minoría con todo lo que esto implica en términos de desigualdad y falta de equidad.

Hace algunos años el Fondo Monetario Internacional -FMI- creó las categorías de “economías avanzadas” y “mercados emergentes y economías en vía de desarrollo”, que plantea otros indicadores y establece cuatro elementos para calificar las naciones: la fragilidad institucional, la pobreza, la equidad y el poder institucional. Reflexionar sobre estos indicadores que fueron concebidos a partir del auge del modelo capitalista entraña categorizar el grado de desarrollo económico de un país considerando el supuesto atraso de otro. No obstante también merece la pena destacar que el Banco Mundial abandonó la categoría de países en “vías de desarrollo” y la ONU elaboró un Índice

de Desarrollo Humano (IDH), con indicadores de desarrollo social, y de esta forma se replantea otro nivel de variables tales como la expectativa de vida, la renta per cápita, los estándares de vida y la educación. Ello significa, entre otras cosas, que más allá de un desarrollo económico acumulativo y hegemónico concebido como una forma de crear riqueza para mantener el bienestar de unos pocos que destruye otras formas de conocimiento hoy, ante la crisis ambiental, es necesario plantear nuevos paradigmas que incluyan conceptos que propendan por un modelo más holístico, equitativo y con énfasis en los principios de sostenibilidad social, económica y ambiental.

## La transferencia tecnológica en la construcción con tierra

La transferencia Tecnológica-TT- comenzó en sentido norte-sur, esto es, en una dirección asimétrica y vertical; un concepto “bancario” que implica una relación de poder y de dominio de unos países sobre otros y por tanto posee un herencia colonialista que parte de un criterio de superioridad respaldado por un sistema de mercado donde el conocimiento es otra forma de intercambio económico. En contraposición a esto, se plantea en una metodología colaborativa, una “ecología de los saberes” donde la construcción del conocimiento es social, colectivo y promueve sujetos de cambio con prácticas críticas y emancipadoras. Por ello es fundamental abordar la innovación desde una mirada más democrática y horizontal para construir como dice de Souza Santos (2009) una “epistemología del sur”; y para eso es necesario tomar distancia desde una perspectiva analítica del eurocentrismo y considerar la crisis del saber occidental, lo cual implica pensar en lo global y en lo local, término que García Canclini (1999) difunde como “glocalización”.

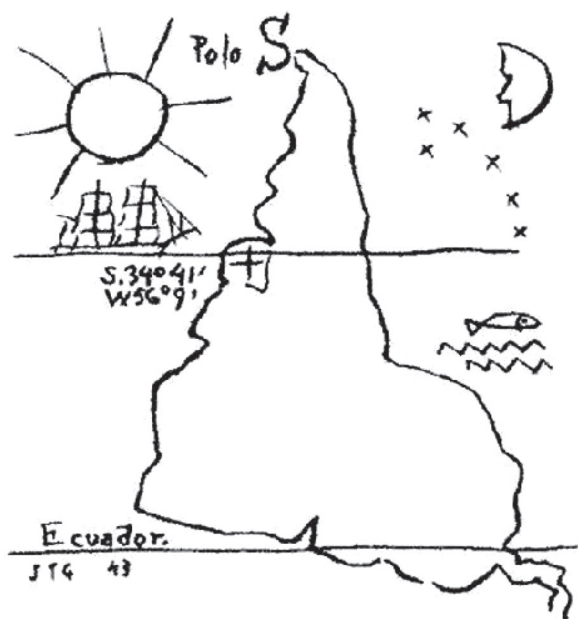
Ahora bien, en la experiencia tecnológica se han explorado espacios para aplicar otros mecanismos de traspaso y construcción de conocimientos a través de obras demostrativas que permite la recu-

peración de técnicas, la sistematizan de procesos y la creación de espacios para realizar talleres donde se comparte y se facilita la interacción social. Lo anterior implica que se comparten saberes a partir de una necesidad concreta para buscar soluciones a la misma y con esta filosofía se construyen vínculos que reflejan una forma de conocimiento horizontal que se consolida a partir de la vivencia del “saber hacer” y que entraña teoría y práctica. Más allá esta metodología posibilita la visibilización de los conocimientos y los saberes locales sin cánones ni jerarquías que los califiquen de “inferior”, “atrasado”, “subdesarrollado” o “tercermundista”; es decir, cambia las dicotomías por las múltiples realidades y desde allí se plantea soluciones a las necesidades con la mirada del propio sur.

Cuando se habla de la arquitectura con tierra se incluyen varios elementos: el arte que representa la mirada y expresión de una sociedad; la técnica que refleja la evolución y los conocimientos acumulados del “saber hacer”; y la ciencia como acumulación del conocimiento, categorías que a veces omiten otros procesos más domésticos y regionales. La tierra por ser un material que se relaciona desde otras lógicas se perpetúa a partir de la tradición y se convierte en un patrimonio tangible e intangible. Lo tangible se percibe en las construcciones de las ciudades y otras áreas; y lo intangible en el conocimiento y las múltiples expresiones culturales propias de una comunidad.

## Cooperación y transferencia tecnológica en Colombia

En la Carta de las Naciones Unidas (1945) se define la Cooperación Internacional como aquella relación que se establece entre dos o más países o entre organismos u organizaciones de la sociedad civil con el objetivo de alcanzar metas de desarrollo consensuadas. También se refiere a todas las acciones y actividades que se realizan entre naciones u organizaciones civiles tendientes a contribuir con el progreso de países en vías de



**Figura 1.** Nuestro norte es el Sur imagen. Fuente: imagen de internet de Joaquín Torres García

desarrollo. De esta manera, la cooperación puede darse en diferentes niveles, direcciones y formas, tales como la Cooperación Sur-Sur, la Cooperación Triangular, y la Cooperación para el Desarrollo Nacional.

Dentro de los tipos de cooperación se encuentra la Cooperación Técnica que incorpora la transferencia de técnicas, tecnologías, conocimientos o experiencias en determinadas áreas donde un país o una fuente cooperante tenga mayor nivel de desarrollo, con el fin de fortalecer las capacidades locales y nacionales existentes en otros países. Está dirigida a desarrollar los recursos humanos para elevar el nivel de conocimientos, habilidades y aptitudes productivas.

En cuanto a la políticas internacionales para fomentar la cooperación en investigación e innovación para el desarrollo de la región iberoamericana, en 1984 se creó el Programa Intergubernamental de Cooperación multilateral en Ciencia y Tecnología y, mediante un acuerdo marco interinstitucional, se firma el Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el

desarrollo -CYTED- inicialmente formado por 19 países de América Latina, España y Portugal. Este programa tiene como objetivo principal contribuir al desarrollo armónico de la región iberoamericana mediante el establecimiento de mecanismos de cooperación entre grupos de investigación de las universidades, centros de I+D y empresas innovadoras para la consecución de resultados científicos y tecnológicos transferibles a los sistemas productivos y a las políticas sociales. En ese contexto, en 1991 el CYTED dentro del subprograma Tecnología para Vivienda de Interés Social concibió la Red Temática Habiterra “con el objetivo de sistematizar el uso de la tierra en viviendas de interés social a través de la recopilación de la tecnología ya existente, catalogación de las técnicas constructivas, normalización, difusión de los conocimientos y ejecución de proyectos piloto de construcción en tierra”. Esta red aportó de manera significativa

en el proceso de innovación tecnológica, principalmente en la identificación de especialistas y de técnicas utilizadas en los países iberoamericanos, en el intercambio de estas informaciones a través de sus representantes y en la divulgación de la tecnología. En octubre de 1993, durante la III Reunión Plenaria realizada en La Habana, Cuba, fue inaugurada la Expo-Habiterra, una exposición itinerante que muestra obras en tierra en Iberoamérica, presentada también en la publicación ‘Habiterra. Exposición iberoamericana de construcciones de tierra’ (Pereira Gigione, 1995).

## Red Iberoamericana PROTERRA

El Proyecto de Investigación Proterra fue creado en el año 2001 dentro del programa de Tecnologías para viviendas de Interés Social del CYTED, en continuidad con las actividades de la red Habiterra por un período de cuatro años. En el 2006 surge de forma independiente la Red Iberoamericana Proterra, conformada por un equipo de profesionales de diversos países y áreas de actuación, muchos de ellos miembros del Proyecto de Inves-



tigación Proterra ya concluido. Se trata de una red internacional de integración y cooperación técnica y científica de carácter horizontal, que actúa para el desarrollo de la arquitectura y construcción con tierra. Está conformada por un equipo de 130 profesionales y especialistas de diversos países de la región iberoamericana provenientes del área disciplinar de la arquitectura y construcción con tierra, por algunos académicos e investigadores y otros profesionales que difunden y promueven la arquitectura con tierra.

La principal misión de PROTERRA es promover y generar conocimiento en el uso de la tierra en el ámbito de la construcción y la arquitectura para contribuir a la promoción del desarrollo sustentable desde un enfoque integral, que considera los ámbitos social, ambiental, científico, técnico, cultural, económico y la participación de la sociedad civil. Lo anterior abarca los asentamientos humanos y la vivienda en zonas rurales y urbanas; y, la preservación de la diversidad cultural y del patrimonio material e inmaterial.

PROTERRA a través de sus miembros y de eventos mantiene las acciones, convoca a profesionales dedicados a la arquitectura y a la construcción con tierra; promueve la integración y estimula el intercambio de conocimiento y la asociación en diversos trabajos. En este proceso establece un diálogo entre las diversas formas de validación de los conocimientos y otro tipo de racionalidad científica.

Como red incorpora actividades y profesionales dedicados a la preservación del patrimonio para comprender el fuerte nexo existente entre el conocimiento producido para la restauración de edificaciones y la construcción actual de vivienda, cuya base tecnológica desarrollada en esa área es esencial para rescatar y mantener viva la tradición y la memoria.

En 1950 dentro del marco de la cooperación el Centro Interamericano de Vivienda y planeamiento -CINVA- se estableció una Transferencia Tecnológica -TT- que permitió el desarrollo de varios proyectos. El objetivo del CINVA fue atender el déficit de vivienda para poblaciones urbano-marginadas buscando la reducción de costos en la producción de vivienda, la cualificación de técnicas de diseño y construcción, el uso eficiente de materiales locales y tecnologías modernas, así como la investigación sobre vivienda y urbanismo, la preparación de expertos de distintas disciplinas en el tema habitacional y la inclusión de la participación comunitaria en los programas gubernamentales como un pilar en la producción de la ciudad enmarcada en un modelo de integración popular y desarrollo económico.

Dentro de este marco creó un programa de investigación en construcción con tierra, y se elaboró una prensa para la producción de adobes mejorados hechos a máquina denominada CINVA RAM, desarrollada por un equipo encabezado por el ingeniero R. Ramírez. A partir de los programas



**Figuras 2 y 3.** Logo de Proterra y encuentro de algunos miembros en la asamblea de la Red Proterra. Fuente: propia

de construcción comunitaria y ayuda mutua del CINVA, el ingeniero Augusto Enteiche publicó el libro *Suelo-Cemento: su aplicación en la edificación* (1963). Al desarrollar la máquina para la producción de Bloques de Tierra Comprimido -BTC- con la CINVA RAM se hizo un gran aporte tecnológico para el uso de la tierra como material no convencional al estandarizar y mejorar la compresión, la resistencia mecánica del adobe tradicional y establecer las nuevas proporciones, que aún hoy tiene proyecciones. Este desarrollo tecnológico junto con la creación de equipos involucró comunidades y utilidad social.

En el año 2004, en armonía con el desarrollo de un sistema constructivo más integral, el uso del BTC como prefabricado dio paso a la creación de la Norma ICONTEC NTC 5324 que definió los bloques de suelo cemento para muros y divisiones, con especificaciones, métodos de ensayo y condiciones de entrega para regular su uso constructivo con otros sistemas convencionales. Este es un aporte para desarrollar en el país otras innovaciones técnicas en la cultura constructiva que respondan a los saberes locales que, en este caso, exaltan la tradición nacional de la albañilería de ladrillo y trascienden a otros usos como las cubiertas con BTC con el ánimo de que cada vez sean más los profesionales que se acerquen a innovaciones técnicas que permitan el desarrollo de nuevos sistemas sostenibles.

## Cruzando fronteras, compartiendo soluciones dentro de la transferencia de conocimientos

Como ejemplos de transferencia de conocimientos Sur-Sur se plantean dos experiencias de técnicas constructivas que se vienen desarrollando en Colombia y que han trascendido fronteras. La primera, denominada domocaña, es un método de construcción para cubiertas con guadua *Angustifolia kunth* y tierra, desarrollado en Perú; es un tejido con tiras o cintas de este tipo de bambú inspirado en los cascarones de ferrocemento, con un gran potencial de prefabricación.



**Fotografía 4 y 5.** Casa Campo alegre / Villa de leyva, BTC aplicado en para paredes y cubiertas con cúpulas con la técnica nubiana. Fuente: propia

## 1. Domocaña / domoguada

En el año 2014 dentro del marco de la realización del 14 Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra -SIACOT- realizado en El Salvador, evento promovido por la red PROTERRA y coordinado por la Organización No Gubernamental FUNDASAL, la Ingeniera Raquel Barrionuevo exdirectora del Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la Vivienda -ININVI- de Perú, llevó a cabo un taller con esta técnica resultado del trabajo de investigación que la promueve como alternativa para techos de las viviendas.

El domocaña es una alternativa no convencional para envolver o cubrir la parte superior de una construcción. Es una técnica desarrollada para solucionar la necesidad de vivienda de las familias de extrema pobreza en una región con sismos y deterioro del medio ambiente con un plus de calidad, accesibilidad y respeto ecológico. Esta innovación ha sido llevada a cabo en la Facultad de arquitectura de la Universidad Nacional de Ingeniería del Perú (UNI).

En cuanto a su historia cabe mencionar que esta técnica evolucionó de los cascarones que aparecieron el siglo pasado con el concreto armado y ferrocemento, producto de la era post industrial, para solucionar la necesidad de cubrir grandes espacios con materiales livianos, eficientes y baratos, en donde son importantes las condiciones de carga, inspiradas en lo orgánico y con superfi-

cies esféricas. Posteriormente, en siglo XXI, se dio un giro tecnológico y se pasó del uso de materiales convencionales e industriales para realizar cubiertas a materiales no convencionales, locales, naturales, ecológicos y de menor consumo de energía en su producción. De esta manera se reemplazó el acero por la caña o bambú y el concreto por morteros de tierra y cal. Y todo esto implica una transferencia tecnológica del Sur al Sur.

Desde el año 2014 se viene transfiriendo en Colombia esta técnica, adaptando la guadua *Angustifolia kunth* -con mayores dimensiones que las peruanas- por su gran potencial en los procesos de innovación debido a sus propiedades de resistencia mecánica, sus dimensiones y proporciones. El sistema consiste en un tejido elaborado con el corte en tiras o cintas de la guadua, en largos que permitan trenzar y realizar una trama tal como en la cestería; es una técnica manual de artesanía que parte del potencial de las labores hechas a mano (tecnologías blandas), con mucha proyección para desarrollarse y aplicarse sistemáticamente como otra forma de cobertura. En ella se trabaja la “forma como estructura” y se aprovecha la flexión, propiedad intrínseca y natural del material, para ser aplicada en los elementos abovedados o esféricos.

En Colombia desde hace trece años se han realizado una veintena de experiencias en diversos proyectos de cobertura con esta técnica, ofreciendo formas orgánicas que se basan en la geometría de la naturaleza.

Hay prototipos con diseños múltiples en diversos climas, grupos sociales, áreas geopolíticas y realizados con varios maestros de obra que a partir de esta transferencia están descubriendo otras posibilidades. Algunas construcciones están localizadas en Boyacá donde se inició el proceso de transferencia con una primera cúpula en Villa de Leyva y posteriormente otras nuevas formas de cubiertas hechas en Gachantivá y en San Miguel de Sema; en la Vega, Cundinamarca; en Palomino -Guajira-; en la Sierra Nevada de Santa Marta y en Minka; y en Santa Rosa de Cabal, Risaralda.



**Fotografías 6 y 7.** Domogaduas realizadas en forma de cúpulas y bóvedas. Fuente: propia

Cada cobertura es un laboratorio y cada nueva experiencia con diversas y creativas formas, explora con bambú previamente seco, seleccionado y tratado de acuerdo a las nuevas normas ICONTEC, para así cumplir con los requerimientos técnicos, de preservación, secado y elaboración de las uniones y amarres de las estructuras y garantizar calidad y durabilidad en este tipo de techos. El revestimiento superior que se coloca sobre el tejido se ha realizado con un material compatible y natural; en Colombia se modificó el mortero del domocaña original peruano (de cemento y arena) por un mortero de tierra con cal colocado por capas para lograr la flexibilidad y consolidar las superficies y de esta forma disminuir la granulometría de la superficie al colocar un impermeabilizante ya sea industrial o ecológico. En este sentido se espera que en un futuro cercano se oferten nuevos polímeros orgánicos más compatibles con una arquitectura sostenible.





**Fotografía 8.** Cubierta en Bóveda con domo guadua en Gachantivá, Boyacá; Casa de María Bernal. Fuente: propia

Al construir techos con la innovación del domo-caña se amplían las posibilidades de coberturas; por experiencia se sabe que este desarrollo tecnológico ofrece versatilidad y demuestra una alternativa de calidad por su condición térmica en la construcción sostenible. En Perú esta técnica ha respondido satisfactoriamente a los ensayos de cargas estáticas en el Laboratorio del Centro de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID-UNI); en Colombia no existe normatividad y sólo se puede homologar a los cascarones de concreto o de ferro-cemento. Los resultados después de diez años de ensayos apuntan a que estas cubiertas permanecen con una buena calidad y se constituyen en laboratorios vivos que sirven para realizar nuevas investigaciones científicas, para dar paso a otras transferencias tecnológicas normalizadas en el país y ampliar alternativas de techos más ecológicas, accesibles y culturalmente pertinentes.

## 2. Quincha prefabricada / bahareque prefabricado

La segunda experiencia técnica como transferencia tecnológica son las envolturas o paredes elaboradas con materiales naturales; un sistema prefabricado también desarrollado en Perú que está constituido por paneles de bambú tejido dentro de marcos de

madera racionalizada y que surgió de la tradición del bahareque que se encuentra en muchos lugares del mundo y con mayor énfasis en la vivienda popular de Latinoamérica. El bahareque ha estado presente por siglos en las construcciones simples como las humildes viviendas y en edificaciones monumentales como las pirámides del complejo y sitio arqueológico de Caral, cerca a Supe, 200 km al norte de Lima. Esta técnica es una de las más antiguas en el mundo; se denomina bajareque en Centroamérica, bahareque en el norte de América del sur y a partir de Perú se llama quincha.

En el Perú hace ya varios años que ININVI investigó como parte importante de su quehacer, las denominadas tecnologías tradicionales -adobe, tapial, quincha, madera- con el propósito de recuperarlas y mejorarlas. Mediante la utilización de estas tecnologías más del 60% de la población



**Figuras 9 y 10.** Ciudad de Caral, Perú, construida con quincha o bahareque hecho de caña y tierra hace 5.000 años. Fuente: propia



latinoamericana ha resuelto de alguna manera sus necesidades de habitación. Sin embargo, utilizando los mismos materiales tradicionales es posible lograr soluciones con adecuadas condiciones de habitabilidad, durabilidad y seguridad.

El sistema tradicional mejorado denominado quincha prefabricada es un aporte para brindar una solución válida al problema habitacional del Perú y de algunas regiones latinoamericanas ya que respeta las características peculiares de la quincha tradicional, expresión cultural propia del pueblo ancestral con un saber y un desarrollo técnico que desde hace 5.000 años puede apreciarse en sus diversos monumentos arquitectónicos que son parte de la historia.

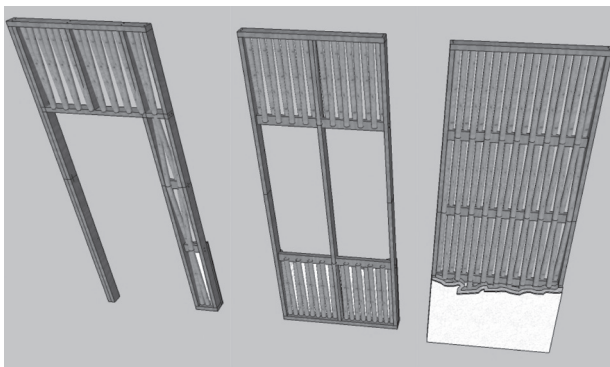
La quincha prefabricada es un sistema constructivo no convencional que utiliza materiales de bajo costo, de procedencia local y fáciles de conseguir. No requiere herramientas especiales y su fabricación y construcción es sencilla y apropiada para programas de autoconstrucción. Presenta además características favorables para la solución habitacional de los campesinos y personas de bajos recursos. Su utilización ha sido abundante y diversa en aquellas regiones donde existe riqueza de recursos vegetales como madera y caña, que son los principales componentes que se utilizan en esta técnica.

Este sistema constructivo parte de la racionalización de los recursos, la coordinación modular y la aplicación de experiencias y estudios de vulnera-

bilidad sísmica lo cual constituye una tecnología blanda y económica. La modulación y prefabricación son dos recursos de la era industrial cuya finalidad es facilitar el diseño, pensar en economía a escalas dando un salto a la producción en serie y al desarrollo de un producto con proyecciones mayores. La posibilidad de la prefabricación se ofrece con una diversidad de elementos que facilitan y racionalizan el material a la vez que disminuyen los tiempos de montaje.

En Perú es un sistema constructivo no convencional registrado con el código RD. No 001-84 VC -9602. Es una técnica versátil que puede ser aplicada de forma masiva, cumple con los requerimientos constructivos y aprovecha de forma racional recursos renovables como la madera, la tierra y las fibras naturales, y en su desarrollo se utilizan herramientas y metodologías elementales de carpintería y albañilería lo cual la hace fácilmente transferible.

En Colombia el traspaso de este conocimiento técnico, como proceso de “transferencia tecnológica” propiamente dicha, se realizó en el año 2011 al construir un primer prototipo experimental con diseños arquitectónicos innovadores y nuevas posibilidades estéticas acordes a otros propósitos técnicos e investigativos. La realización de este prototipo tuvo como principal objetivo posicionar dicha técnica vernácula con la filosofía de ser una vivienda de interés social sostenible, cualificada y racionalizada. Fue así cómo se adaptó con el



**Figura 11.** Paneles de Quincha Prefabricada para puerta, ventana y panel lleno. Fuente: propia



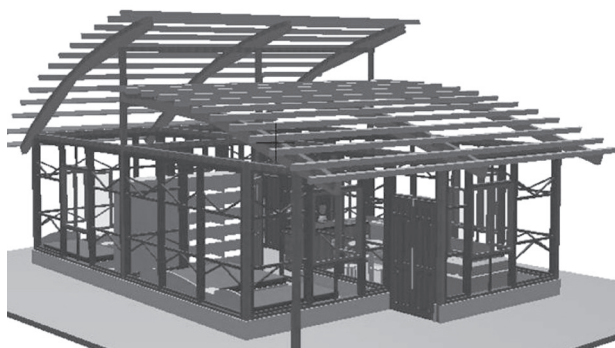
**Figura 12.** Prototipo de vivienda de interés social sostenible -VISS- en Subachoque, Cundinamarca. Fuente: propia

nombre de “Bahareque Prefabricado” y al desarrollar este proyecto como laboratorio se intentó cambiar los prejuicios negativos sobre la técnica de “bahareque”, romper el paradigma de “pobreza” alrededor de este tipo de viviendas, evaluar tanto la receptividad para demostrar sus cualidades como los costos reales -económicos y ambientales-, y determinar su pertinencia cultural en un medio diferente a su lugar de origen.

Se debe mencionar que dicho prototipo cumple con las normas de sismo resistencia colombiana NSR10, ya que es un sistema modular, ligero, compuesto por elementos estructurales portantes. Sin embargo, por ser un sistema constructivo concebido integralmente para prefabricación en serie y de forma modular, presentó algunos problemas relacionados con la capacitación de la mano de obra puesto que se requiere de una precisión milimétrica en los elementos para acoplar. La estructura de madera para las columnas y paneles construidos previamente rotulados y con secciones estandarizadas también generaron algunas dificultades pese a elaborarse los detalles constructivos previamente. No obstante lo anterior se puede mencionar que dentro de las ventajas es que de la fábrica o carpintería se transportan los paneles para el montaje que vienen con los componentes como las ventanas y puertas ya pre-diseñadas desde el plano de origen, con el fin de facilitar el montaje y reducir los tiempos de construcción.

Esta obra fue construida con técnica mixta; se localiza en la sabana de Bogotá, tiene un área de 85 m<sup>2</sup> y fue realizada durante 4 meses y medio bajo los principios de gestión ambiental adquiriendo los materiales del entorno y elaborando toda la estructura con madera económica de pino (*Pinus patula*), extraída de cadenas productivas y transportada sólo desde 15 km de distancia del lugar de la obra. La envoltura de la cubierta también se elaboró con materiales naturales como la caña brava y revestimiento de tierra estabilizada.

Un elemento a mejorar en la calidad térmica de la cubierta que aún está en proceso de experi-



**Figura 13.** Estructura de madera o “esqueleto” de un prototipo VISS de desarrollo progresivo. Fuente: propia

mentación y comprobación técnica, es el uso de una capa de aislación con carbón vegetal. En este proceso se hizo el cielloraso de caña brava y encima de ésta se colocó un plástico, el carbón con el mortero de tierra y cal; y sobre esa capa de 7 cm se instaló la impermeabilización que en este caso, por las condiciones ambientales de alta pluviosidad al estar localizada en un páramo, se realizó con manto asfáltico industrial pintado de color.

La carpintería de puertas, ventanas, muebles y closets se elaboró con madera de pino previamente tratada, protegida naturalmente con barnices ecológicos y con acabados de pisos con tabletas de cerámica de gres y paredes con pinturas naturales a base de cal. Una premisa fue evitar usar al mínimo materiales que puedan producir gases contaminantes o que afecten la salud, tanto de los habitantes como del entorno, buscando una arquitectura eco- sostenible.

Se han realizado otros proyectos que aún siguen en estudio para mejorar y racionalizar esta técnica y seguir investigando diferentes elementos del sistema para ofrecer resultados como el de este prototipo VISS que ya tiene dos abordajes técnicos: un análisis bioclimático y un estudio del costo energético que dio como resultado que con este método constructivo se consume la mitad de energía en relación con otros métodos convencionales, evidenciando con ello un significativo ahorro energético.

## Conclusiones

Una de las problemáticas evidentes en la construcción y arquitectura con tierra reside en el actual nivel tecnológico ya que por ser un material no estandarizado, exige un conocimiento tangible para la fabricación de cualquier producto; por esta razón el desarrollo de un proceso de esta naturaleza exige la presencia de expertos, de ahí la necesidad de una educación formal e informal que integre este recurso en la formación de profesionales con el fin de colectivizar el conocimiento; pues la realidad es que los intereses de mercado y los prejuicios hacen que la técnica de construcción con tierra aún esté en una fase precaria.

Al analizar el comportamiento de la economía colombiana, con la perspectiva política del proceso de paz y el déficit habitacional producido por los desplazamientos y el nuevo orden territorial, las tecnológicas no convencionales -como la construcción con tierra-, necesitan investigar e innovar a partir de los recursos humanos y materiales para hacer parte de las políticas del Estado y así brindar soluciones ecosostenibles que sean atractivas como fuente de inversión y dar solución a la creciente demanda de vivienda.

En nuestro país, los centros de investigación y las universidades no participan activamente en la innovación arquitectónica y por ende aún no han dimensionado el potencial de los materiales y técnicas vernáculos a la hora de ofrecer nuevos productos, sistemas constructivos o procesos con materiales no estandarizados que además sean sostenibles, cualificados y respetuosos con el medio ambiente. Por ello es necesario despertar el interés investigativo en todos los niveles educativos y profesionales con una mirada multi e interdisciplinar, partiendo de variables socio económicas y culturales para acompañar procesos y brindar soluciones que respondan a la nueva realidad del país. En ese sentido también es importante integrar

el mercado informal con las finanzas, la comercialización, la planeación e incluso el diseño urbano.

La construcción con sistemas sostenibles tiene un papel dinamizador en estos momentos de transición. Impulsar programas de política pública de acceso a la vivienda social rural y de segmento medio que promuevan la inversión con análisis del ciclo de vida, de eco-costos, con proyectos acordes a las normas vigentes de ordenamiento territorial, a las ambientales y a las técnicas colombianas incluso de sismo resistencia, puede ser un aporte fundamental para dar solución al déficit habitacional.

Para finalizar es importante resaltar que la transferencia tecnológica debe ser horizontal y partir del conocimiento de lo local y de la valorización del “otro” como sujeto constructor del “saber hacer” donde las técnicas empíricas y vernáculos investigadas con los elementos del siglo XXI, sean analizadas y evaluadas socio-culturalmente para que se constituyan en elementos fundamentales en un nuevo modelo de desarrollo más equitativo y sostenible.

## Referencias bibliográficas

- De Souza Santos, B. (2009) *Epistemología del sur*. México: Siglo veintiuno editores. 368 pág.
- Enteiche, A. (1963) *Suelo-cemento : su aplicación en la edificación*. Bogotá: Centro Interamericano de Vivienda y Planeamiento
- García Canclín, N. (1999) *La globalización imaginada*. Barcelona: Paidós
- Pereira Gigione, H. (Editor) (1995) *Habiterra: exposición iberoamericana de construcciones de tierra*. Santafé de Bogotá: escala
- Organización de las Naciones Unidas. (1945) Carta de las Naciones Unidas. En: <https://www.un.org/es/charter-united-nations/>